

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-310113

⑬ Int. Cl.

F 01 L 1/04  
F 16 H 53/02

識別記号

庁内整理番号

J-6965-3 G  
B-7053-3 J

⑭ 公開 平成1年(1989)12月14日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 再溶融チルカムシャフトの製造方法

⑯ 特 願 昭63-137470

⑰ 出 願 昭63(1988)6月6日

⑱ 発 明 者 渡 辺 浩 児 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
内

⑲ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小 塩 豊

明 細 書

1. 発明の名称

再溶融チルカムシャフトの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 高密度エネルギー熱源の照射によってカムシャフト粗材の少なくともカムノーズ部表面を再溶融・凝固させて、再溶融・凝固部をチル組織とするに際し、前記少なくともカムノーズ部の全幅にわたって高密度エネルギー熱源を一度に照射して前記少なくともカムノーズ部の全幅を同時に再溶融させると共に、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向をカム運転時のカムシャフトの回転方向に一致させて再溶融・凝固させることを特徴とする再溶融チルカムシャフトの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

この発明は、内燃機関の動弁系部品であるカムシャフトを製造するのに利用される再溶融

チルカムシャフトの製造方法に関するものである。

(従来の技術)

内燃機関の動弁系部品であるカムシャフトは、相手材であるカムとの摺動面、とくにカムノーズ部分の表面が耐摩耗性に優れていることが要求される。

そこで、表面の耐摩耗性に優れたカムシャフトを製造する方法として、カムシャフト鑄造型のカムノーズ成形部分に冷し金をセットし、この冷し金に接触して形成されるカムノーズ部分の表面を過冷却してチル硬化層(過冷却硬化層)を形成させるようにするものがあった。

しかし、この方法では、冷し金をセットする工程がわずらわしいうえ、鑄ばりの発生が多いため、その除去工数が増大するという欠点があった。

そこで、このような冷し金を使用しない表面硬化の手段として、第4図に示すように、カムシャフト粗材11の少なくともカム部12の表面に、

タングステン電極13との間で発生するTIGアーク14などの高密度エネルギー熱源を照射することによって当該表面を再溶融したのち、自己冷却によりチル硬化層を形成させるようにしたものがあり、この際のTIGアーク14の軌跡14aは、カムシャフト粗材11のカム部12において、その全幅に相当する分だけ相対的にウィーピングさせることによって羊腸状のものとなるようにしていた(このような羊腸状のアーク軌跡14aにより再溶融・自己冷却させる手法は、特開昭60-184694号公報の図面に示されている)。

#### (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、このような従来の再溶融チルカムシャフトの製造方法においては、再溶融時にタングステン電極13を幅方向に相対的に揺動させて、ビードが重複するようにしていたため、第5図に示すように、先に再溶融・自己冷却した第1回目の再溶融・凝固層15aの一部が、次の第2回目の再溶融・凝固層15bを形成するために行

#### [発明の構成]

##### (課題を解決するための手段)

この発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法は、高密度エネルギー熱源の照射によってカムシャフト粗材の少なくともカムノーズ部表面を再溶融・凝固させて、再溶融・凝固部をチル組織とするに際し、前記少なくともカムノーズ部の全幅にわたって高密度エネルギー熱源を一度に照射して前記少なくともカムノーズ部の全幅を同時に再溶融させると共に、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向をカム運転時のカムシャフトの回転方向に一致させて再溶融・凝固させるようにしたことを特徴としており、このような再溶融チルカムシャフトの製造方法を上述した従来の課題を解決するための手段としたことを特徴としている。

この発明に係る再溶融チルカムシャフトの素材としては、再溶融後の空冷による自己冷却によってチル硬化層が形成されるように、合金鋼鉄を用いるようにすることが望ましく、例えば、重量

再溶融の際の加熱によって焼戻され、それらの間に焼戻し層(軟質層)16が形成されてしまうことがあるとともに、組織の方向が例えば矢印A<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>で示すようにかなり異なったものとなるため、硬さおよび耐摩耗性が一定したものにならないことがあり、また、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向を運転時のカムシャフトの回転方向に必ずしも一致させていなかったため、組織の方向を均一にそして同一方向にそろえることができず、耐ビッチング性や耐スカuffing性などの耐摩耗性の劣ったものになることがあるという課題を有していた。

#### (発明の目的)

この発明は、このような従来の課題を解決するためになされたもので、再溶融・凝固部分に硬さのむらが生じがたく、かつまた組織の方向を運転時のカムシャフトの回転方向にそろえたものとするのが可能である再溶融チルカムシャフトの製造方法を提供することを目的としている。

%で、C:3.0~3.5%、Cr:0.5~1.0%、Cu:0.05~0.15%、Mo:0.1~0.3%、Ni:0.1~0.3%、Mn:0.5~1.0%、P:0.1%以下、S:0.1%以下、Si:1.5~2.5%、残部Feおよび不純物からなるものとするのがとくによい。

このような各成分の範囲とするのが好ましい理由は、C含有量が少ないと不完全チル組織を生じやすくなり、耐摩耗性が低下するので、3.0%以上とするのが好ましく、C含有量が多すぎると黒鉛化現象が次第に顕著となるので、3.5%以下とするのが好ましく、Cr含有量が少ないと、白鉄化(チル化)傾向が抑制され、チル組織の厚さが増くるとともに、カムシャフト粗材の焼入性が低下し、熱影響部は加熱・冷却時に恒温変態曲線(TTT曲線)のパーライトノーズにかかるようになる結果、パーライト基地を有するようになり、摩耗量が大きくなったり、ビッチングが発生したりするので、0.5%以上とするの

が好ましく、Cr含有量が多量となっても、耐摩耗性の向上代が少ないだけでなく、かえって相手材への攻撃性が大きくなり、さらにはカムシャフト粗材を鍛造した段階でチルが内部まで入ってしまうために中空抽孔などの加工が困難となるので、1.0%以下とするのが好ましく、Cu含有量をコントロールすることによってカムシャフト粗材を鍛造成形する場合の欠陥の発生をなくすることができるので0.05~0.15%の範囲とするのが好ましく、Mo含有量が少ないと、Crの場合と同様の理由で耐摩耗性が不十分となったり、ピッチングを発生したりするので0.1%以上とするのが好ましく、Mo含有量が多量となっても耐摩耗性の向上代が少ないだけでなく、相手材への攻撃性が大きくなり、さらにはカムシャフト粗材を鍛造した段階でチルが内部にまで入ってしまうために中空抽孔などの加工が困難となるので、0.3%以下とするのが好ましく、Niが適量含まれていないと自己の耐摩耗性に劣ると共に相手材に対する攻撃性が大きくなるので、0.1

ルテンサイト基地となりやすいためである。このようなカムシャフトでは、相手材に対する攻撃性が大きいだけでなく、使用中に割れやピッチングが発生しやすくなるので好ましくない。

そのため、この発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法では再溶融処理に先立って予熱を行い、再溶融処理後の冷却速度が過大なものにならないようにすることが望ましい。この場合、予熱温度が低すぎると上述した効果を得がたく、高すぎると冷却速度が遅くなりすぎてパーライトを生じ、耐摩耗性が低下するので、予熱温度は200~300℃の範囲とするのがとくに望ましい。

このようにして、カムシャフト粗材に対する予熱を行ったのち、上記好ましい200~300℃の状態で高密度エネルギー熱源の照射による再溶融処理を行うが、再溶融処理を行う場合の手段としては、TIGアーク、プラズマアーク、レーザービーム、電子ビームなどの高密度エネルギー熱源を使用するのが好ましい。そして、再溶融後の冷

~0.3%とするのが好ましく、Mo量が少なすぎると黒鉛化現象が顕著となるので、0.5%以上とするのが好ましく、多すぎると黒鉛化は阻止されるものの鍛造後にチル組織があらわれて全体の硬度が高くなり、加工性が低下するので、1.0%以下とするのが好ましく、P含有量が多すぎると、チル組織中に脆いステダイト相(Fe-Fe<sub>3</sub>C-Fe<sub>3</sub>P)が析出し、これに沿ったクラックが形成されやすくなるため耐ピッチング性に劣ることとなるので、0.1%以下とするのが好ましく、S含有量が多すぎると加工性が低下するので0.1%以下とするのが好ましいことによるものである。

この発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法は、より望ましくは上記成分の合金鉄をカムシャフトの素材とし、鍛造により製作したカムシャフト粗材の再溶融処理に先立って予熱を行うのが望ましい。すなわち、予熱を行わないで再溶融処理を行い、自己冷却と共に空冷を行った場合には、冷却速度が大きすぎるために熱影響部はマ

却は空冷によってなしうるほか、必要に応じて炉冷や風冷などによって冷却速度をコントロールすることもできなくはない。

第1図はこの発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法の一実施態様を示す斜断面図であって、より望ましくは上記成分の合金鉄溶湯を用いてカムシャフト鍛造型によりカムシャフト粗材1を鍛造し、次いで型離しを行ったのちカムシャフト粗材1をより望ましくは200~300℃に予熱し、高密度エネルギー熱源として例えばTIGアークを使用し、カムシャフト粗材1のカム部2の幅方向に複数本、図示例の場合には4本のTIGアーク用トーチ3を並べ、各TIGアーク用トーチ3のタングステン電極4とカム部2の表面との間で4条のアーク5を当該カム部2の幅方向において同時に発生させ、カムシャフト粗材1の回転方向を運転時のカムシャフトの回転方向に一致させるようにしてカムシャフト粗材1を回転させながらかつまたカム部2とタングステン電極4との間隔を調整しながら、図示例では4条の

アーク軌跡6によってカム部2の全周を同時に再溶融し、そして再溶融後に順次大気中で空冷し、必要に応じて炉冷、風冷などにより冷却速度をコントロールして、カム部2の表面に再溶融チル硬化層を形成させる。

(実施例)

第1表のNo. 1～6に示す成分組成を有する合金鋳鉄を冷し金を用いずにカムシャフト鋳造型内で鋳放してカムシャフト粗材を製作し、この状態で、中空油孔およびカム油孔の加工を行うとともにカム部およびジャーナル部の黒皮を切削し、所定の寸法となるように機械加工を行って再溶融用のカムシャフト粗材を得た。

次に、前記各カムシャフト粗材をその凝固後に割れが生じないように200～300℃に予熱した。この場合の予熱は、抵抗加熱もしくは炉中加熱で行うことが望ましい。その後、第2図の正回転の欄に示すように再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向(矢印X<sub>1</sub>方向)とカム運転時のカムシャフトの回転方向(矢印X<sub>2</sub>方向)とが一致す

る方向にカムシャフト粗材を徐々に回転させながら、第4図に示したようにTIGアーク用トーチ15を用いてこれをゆっくりウィーピングさせながら、第2表に示す条件で高密度エネルギーを照射することによりカム摺動表面部分を加熱再溶融し、大気中の空冷にて自己冷却させ、そして順次凝固させることによってカム部の表面に再溶融チル硬化層を形成させた。

続いて、再溶融チル化したカムシャフト粗材のカム部の研磨を行って製品カムシャフトを得た。



第2表

シールドガス	アルゴン(Ar)
シールドガス量	15ℓ/min
電極とカム部の表面とのギャップ	1.7mm
直流電流値	81～108A
電極の走査速度	15mm/sec

第1表に示すように、上記より望ましい成分組成の合金鋳鉄を用いたNo. 8の場合には、欠陥の発生が認められなかったのに対し、上記成分組成を外れるNo. 1～5の場合には欠陥のあるものとなっていた。そして、このような欠陥のあるものは、この欠陥部分に応力が集中し、耐摩耗性および耐久性が劣ったものとなっていた。

そこで、本発明実施例として、前記欠陥を生じない第1表のNo. 8の成分組成をもつ合金鋳鉄を冷し金を用いずにカムシャフト鋳造型内に鋳放し

第1表

No.	カムシャフト粗材の成分組成(wt%)									再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向	欠陥	再溶融方法
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	NI	Fe		
1	3.30	2.34	0.65	0.02	0.03	0.41	0.15	0.03	0.20	残部	有	第4図
2	3.04	1.75	0.81	0.05	0.08	-	-	-	-	残部	有	第4図
3	3.11	2.15	0.78	0.03	0.05	0.17	-	0.70	-	残部	有	第4図
4	3.26	2.17	0.78	0.02	-	0.51	0.44	0.02	-	残部	有	第4図
5	3.43	2.08	0.78	0.20	0.26	0.85	-	-	-	残部	有	第4図
6	3.14	2.30	0.78	0.04	-	0.59	0.25	0.10	0.20	残部	無	第4図

てカムシャフト粗材を製作し、この状態で、中空油孔およびカム油孔の加工を行うとともにカム部およびジャーナル部の黒皮を切削し、所定の寸法となるように機械加工を行って再溶融用のカムシャフト粗材を得た。

次に、前記カムシャフト粗材をその凝固後に割れが生じないように200～300℃に予熱したのち、第1図に示したようにカム部の幅方向にTIGアーク用トーチを4本並べた状態にしそしてまた第2図の正回転の欄に示すように再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向（矢印X<sub>1</sub>方向）とカム運転時のカムシャフトの回転方向（矢印X<sub>2</sub>方向）とが一致する方向にカムシャフト粗材を徐々に回転させながら、当該カム部の幅方向に4条のアークを一度に照射してカム部の全幅を同時に再溶融させ、そして順次自己冷却により凝固させることによってカム部の表面に再溶融チル硬化層を形成させた。この再溶融チル硬化層は、第3図の図面代用写真に示すように、組織の向きがそろったものとなっており、欠陥のない金属組織

を有しているものであることが認められた。

続いて、再溶融チル化したカムシャフト粗材のカム部の研磨を行って製品カムシャフトを得たのち、第3表に示す条件でモータリングによる耐久試験を行った。この結果を第4表に示す。

第 3 表

エンジン型式	1800cc, 直列 4気筒OHC
駆動方法	モータリング
使用オイル	ZnDTP 無添加 7.5W-30
バルブスプリング力	ノーマルの80%増し
耐久時間	4000r.p.m.×20Hrのサイクル
耐久評価	ピッチングを発生した時点でストップ

第 4 表

区分	カムシャフト粗材の成分組成 (wt%)										再溶融時の カムシャフト粗材 の回転方向	欠陥	再溶融 方法	耐久試験結果 (始めてピッチング を発生したサイクル数)
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	Ni	Fe				
実施例	3.14	2.30	0.79	0.04	-	0.59	0.25	0.10	0.20	残部	正回転	無	第1図	8
比較例1	3.14	2.30	0.79	0.04	-	0.59	0.25	0.10	0.20	残部	正回転	無	第4図	5
比較例2	3.14	2.30	0.79	0.04	-	0.59	0.25	0.10	0.20	残部	逆回転	無	第4図	1



この結果、始めてピッチングを発生したのは第4表に示すように耐久時間8サイクル後であり、良好な耐摩耗性および耐久性を有していることが認められた。これは、従来のウィーピングにより再溶融・凝固させた場合に、第5図に示したような焼もどし軟化層が形成されるのに対して、この実施例においてはこのような焼もどし軟化層はいっさい形成されず、したがって硬さ分布は均一なものになっているとともに、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向とカム運転時のカムシャフトの回転方向とが一致するようにしているため、第2図の正回転の欄に示すように、カムフォロワー8との摺動方向が矢印Mで示す組織の方向に対してほぼ順方向となっており、カムフォロワー8がチル硬化層の表面を円滑になでるようにして摺動するためである。

次に、比較例1として、前記本発明実施例では第1図に示したように4本のTIGアークトーチを用いてカム部の幅方向に同時に再溶融するようにしていたが、これに代えて、第4図に示したよ

を得た。

次いで、第3表に示した条件でモータリングによる耐久試験を行ったところ、第4表に示すように耐久時間1サイクルで最初のピッチングを生じ、耐摩耗性は良くないものであった。この原因は、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向(第2図の矢印 $Y_1$ 方向)が、カム運転時のカムシャフトの回転方向(第2図の矢印 $Y_2$ 方向)と逆になっているため、第2図の逆回転の欄に示すように、カムフォロワー8との摺動方向が矢印Nで示す組織の方向に対してほぼ逆方向となっており、カムフォロワー8がチル硬化層の表面を逆なでして摺動するためである。

#### 【発明の効果】

この発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法は、高密度エネルギー熱源の照射によってカムシャフト粗材の少なくともカムノーズ部表面を再溶融・凝固させて、再溶融・凝固部をチル組織とするに際し、前記少なくともカムノーズ部の全幅にわたって高密度エネルギー熱源を一度に照射

うに1本のTIGアークトーチを用いてウィーピングにより再溶融したほかは、前記本発明実施例と同じ要領で製品カムシャフトを得た。

次いで、第3表に示した条件でモータリングにより耐久試験を行ったところ、始めてピッチングを発生したのは、耐久時間5サイクル後であり、本発明実施例と同様にカム運転時にはカムフォロワー8が再溶融・凝固部の組織をほぼ順方向になるようにして摺動するので、この点での摺動性は良いものの、第5図に示したような焼もどし軟化層が形成されているため、本発明実施例のようにカム部の全幅を同時に再溶融・凝固させる場合の方が、ウィーピングにより再溶融・凝固させた場合に比べて耐摩耗性および耐久性に優れていた。

さらに、比較例2として、第2図の逆回転の欄に示すように、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向(矢印 $Y_1$ 方向)をカム運転時のカムシャフトの回転方向(矢印 $Y_2$ 方向)と逆にしたほかは比較例1と同様にして製品カムシャフト

して前記少なくともカムノーズ部の全幅を同時に再溶融させると共に、再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向をカム運転時のカムシャフトの回転方向に一致させて再溶融・凝固させるようにしたから、カムシャフト鋳造型に冷し金をセットしてチル硬化層を形成させる方法のように、冷し金をセットする工程が不要であり、また、従来の再溶融・凝固法のように再溶融・凝固部分に硬さのむらが生じておらず、かつまた組織の方向性がカム運転時のカムシャフトの回転方向にそろったものとなっており、耐摩耗性が良好であって耐久性に優れたカムシャフトを得ることができるという著しく優れた効果がもたらされる。

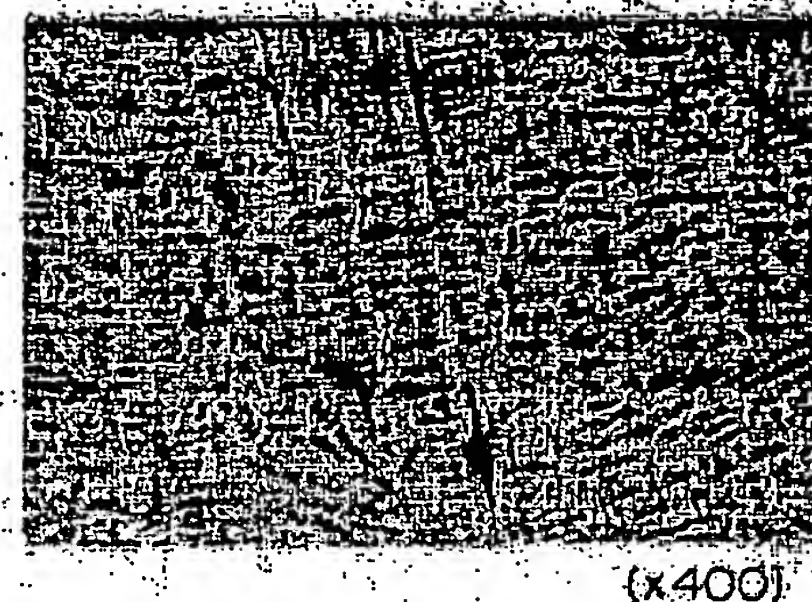
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る再溶融チルカムシャフトの製造方法の一実施態様を示す斜断面図、第2図は再溶融時のカムシャフト粗材の回転方向とカム運転時のカムシャフトの回転方向とを区分して示す説明図、第3図はこの発明の実施例における再溶融・凝固部分の金属組織を示す図面代用写真

(400倍)、第4図は従来の再溶融チルカムシャフトの製造方法を示す斜断面図、第5図は従来の再溶融カムシャフトの製造方法による軟質層の形成状況を示す説明図である。

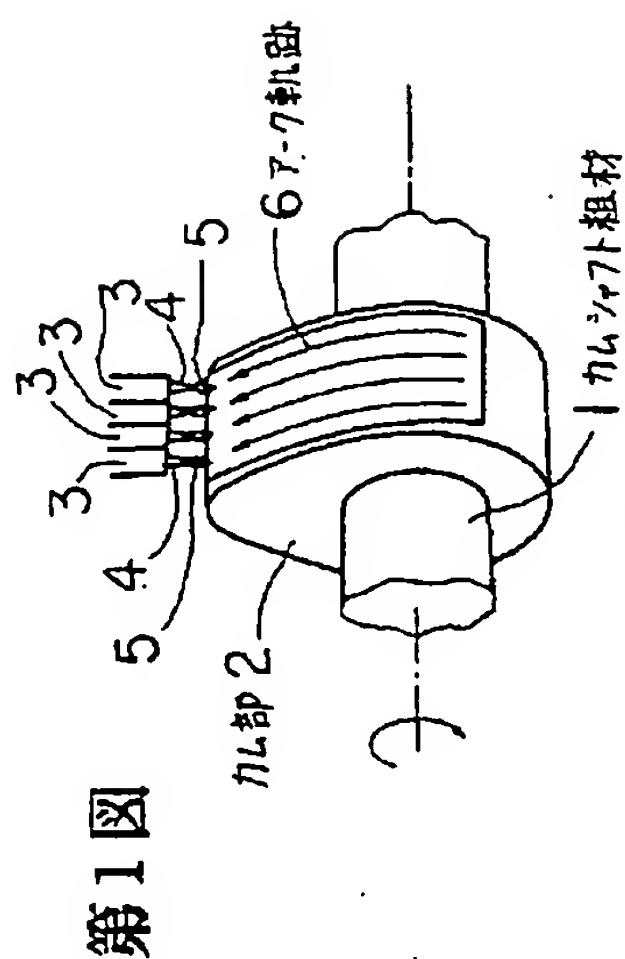
1…カムシャフト粗材、2…カム部、4、4、4、4…電極、6、6、6、6…アーク軌跡。

第3図

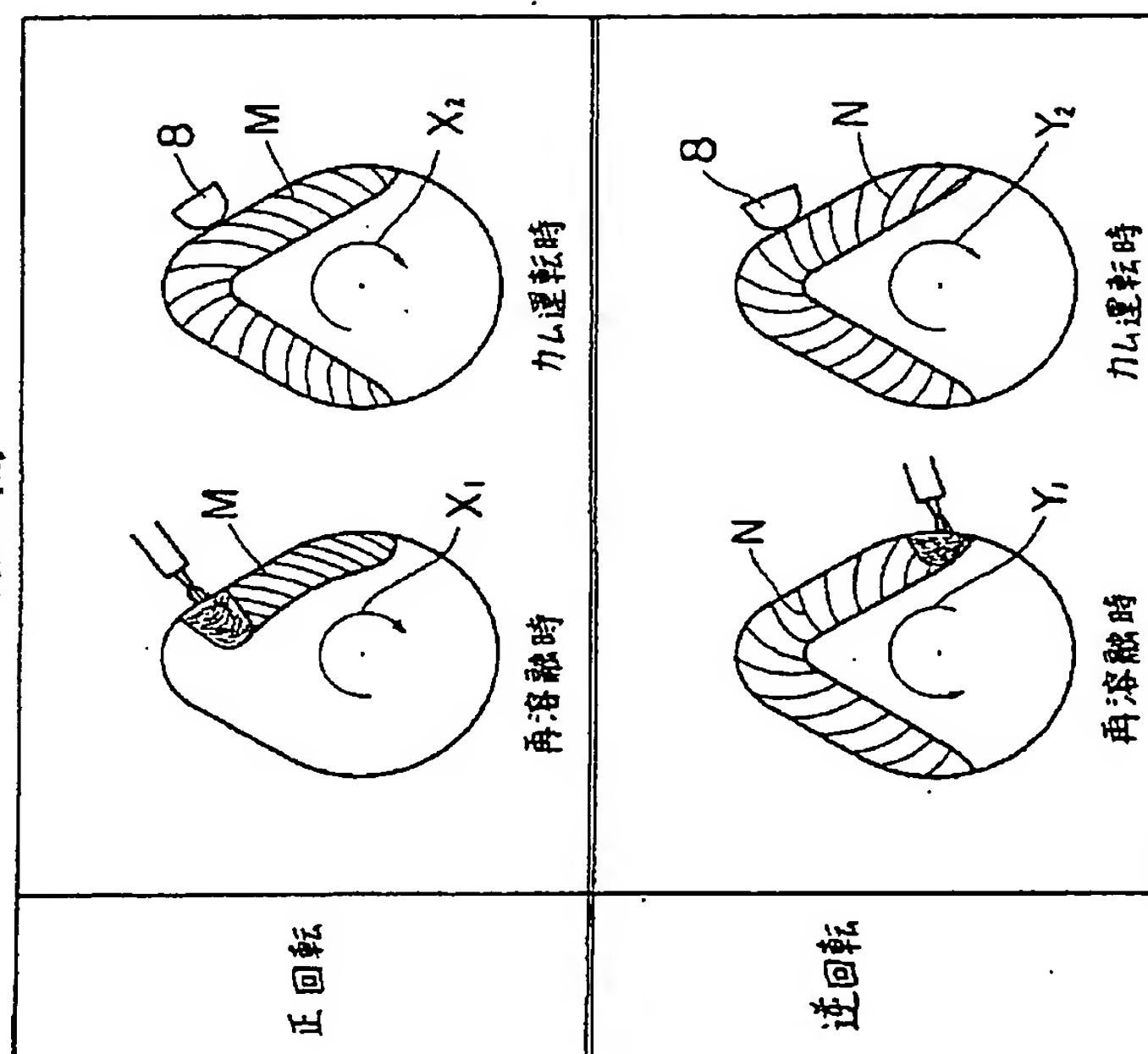


特許出願人 日産自動車株式会社

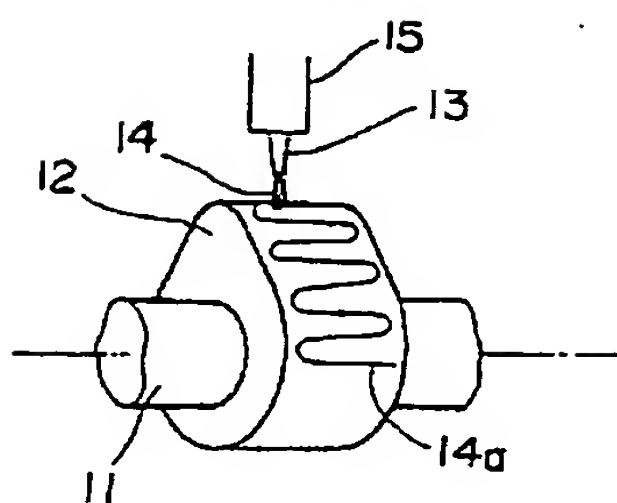
代理人弁理士 小 堀 登



第2図



第4図



第5図

